

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-030330

(43)Date of publication of application : 09.02.1987

(51)Int.Cl.

H01L 21/302
H01L 21/205

(21)Application number : 60-168955

(71)Applicant : TOSHIBA CORP
TOKUDA SEISAKUSHO LTD

(22)Date of filing : 31.07.1985

(72)Inventor : OKANO HARUO
ARIKADO TSUNETOSHI
KANEKO HARUAKI

(54) DRY ETCHING METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To readily perform a taper etching along a mask irrespective of the rough and dense state of a pattern by using C2F4 as accumulating gas to be added to etching gas.

CONSTITUTION: When C2F4 is used as accumulating gas, a deposition hardly occurs on the periphery of an SiO2 mask, a taper etching is performed along the mask, and the taper etching along the mask is achieved irrespective of the rough and dense state of a pattern. When the C2F4 is used as the accumulating gas, etching gas is not limited to Cl2, but the same result can be obtained even if silicon halogenide, carbon halogenide, phosphorus halogenide, or boron halogenide is used.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-30330

⑬ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和62年(1987)2月9日

H 01 L 21/302
21/205
21/302

L-8223-5F
7739-5F
F-8223-5F

審査請求 有 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 ドライエッチング方法

⑯ 特 願 昭60-168955

⑰ 出 願 昭60(1985)7月31日

⑱ 発 明 者 岡 野 晴 雄 川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合研究所内
⑲ 発 明 者 有 門 経 敏 川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合研究所内
⑳ 発 明 者 金 子 晴 明 東京都江戸川区東小岩6の33の12の405
㉑ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 川崎市幸区堀川町72番地
㉒ 出 願 人 株式会社徳田製作所 座間市相模が丘6丁目25番22号
㉓ 代 理 人 弁理士 鈴 江 武 彦 外2名

明 明 書

1. 発明の名称

ドライエッチング方法

2. 特許請求の範囲

(1) 如図1にハロゲン原子を含有するエッチング用ガスと薄膜を堆積するための堆積用ガスとの混合ガスを導入すると共に、上記処理室内に対向配置された電極間に高周波電力を印加し、これらの電極間に放電を生成して該電極間に配置される被処理基体を選択エッチングするドライエッチング方法において、前記堆積用ガスとしてテトラフルオエチレン(C_2F_4)を用いたことを特徴とするドライエッチング方法。

(2) 前記エッチング用ガスとして、 CF_4 、 F_2 、 SF_6 、ハロゲン化酸素、ハロゲン化炭素、ハロゲン化炭及びハロゲン化酸素の少なくとも1種を用いたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のドライエッチング方法。

(3) 前記被処理基体として、表面に SiO_2 マスクが形成された Si 基板を用いたことを特徴とす

る特許請求の範囲第1項記載のドライエッチング方法。

3. 発明の詳細な説明

(発明の技術分野)

本発明は、ドライエッチング方法に係わり、特にターバエッチングを行うためのドライエッチング方法に関する。

(発明の技術的背景とその問題点)

近年、高集積デバイスを実現するための方法として、湿式酸化法に代り、 Si 基板の素子分離領域に膜を堆積し、この膜を酸化シリコン膜で埋込んで素子分離を行うデバイス構造が採用されている。また、素子分離領域では、その下部にチャンネルが形成されるのを防止するために、ボロン等をイオン注入する必要がある。上記のような埋込み型素子分離領域にボロンをイオン注入するためには、素子分離用膜の形成に際し、 Si 基板をターバエッチングしなければならない。

Si 基板をターバエッチングする方法として最近、ハロゲン原子を含有するエッチング用ガス

(活性ガス)に、炭化水素のように放電により重合し堆積物を形成する堆積用ガスを添加した混合ガスを用いるドライエッチング方法が提案されている。この方法では、エッチングマスクの側壁に堆積用ガスによる堆積膜を形成しながら、基板をエッチングすることにより、テーパーエッチングすることが可能となる。

しかしながら、本発明者等がこの方法を実際に行ったところ、密なパターン形状と粗なパターン形状とで加工形状が異なると言う問題が生じることが判明した。以下、この問題を、第5図(a)(b)を参照して説明する。なお、この例ではエッチング用ガスとして Cl_2 、堆積用炭化水素ガスとして CH_4 を用いた。

被処理基板51はP型(100)Si基板で、エッチングマスク52は950[Å]湿式酸化法で形成した SiO_2 膜である。まず、マスク領域とエッチング領域との面積が略等しいパターンでは、第5図(a)に示す如く、マスク端部からテーパーが形成される。なお、図中53は堆積膜であ

る。これに対し、 SiO_2 マスクに比べ被エッチング部であるSiの面積が非常に大きい場合、第5図(b)に示す如く、マスク周辺に0.2~0.3[μm]幅でエッチングされない領域54が生じる。

ここで、エッチングされない領域の生じる理由は明らかでないが、一種のローディング効果と絶縁物である SiO_2 マスクのチャージアップとが原因として考えられる。即ち、第5図(a)の場合には、同図(b)に比べSiの露出面積が少ないため Cl_2 の消費が少なく、 CH_4 は Cl_2 との反応や SiO_2 マスクの O_2 と反応して消費され、デポジションの量は少なくなる。逆に、第5図(b)では、 Cl_2 の消費が多くなり、 SiO_2 マスクの O_2 も少なくなるため、 Cl_2 や O_2 との反応で消費される CH_4 の量は少なくなり、従ってデポジションの量は多くなる。これが、所謂ローディング効果である。

また、マスクのチャージアップがあると、第5図(a)の場合は、Si面に垂直に入射してきた

イオンは同時に SiO_2 マスクが存在するため、チャージアップによるイオンの曲げられる角度は互いに相殺されて小さくなる。これに対し、第5図(b)の場合は、周りに SiO_2 マスクが存在しないので、イオンの曲げられる角度は大きくなり、 SiO_2 マスクの周辺にエッチングされない部分が生じる。

そして、第5図(b)に示す如くマスクの側壁にエッチングされない領域が残ることは、デバイスを作成した場合に各種の不都合を生じることになる。また、上記の問題はガスを Cl_2 と CHF_3 との混合ガスに代えても同様に生じていた。
(発明の目的)

本発明は上記事項を考慮してなされたもので、その目的とするところは、パターンの粗密に関係なく、マスクに沿ったテーパーエッチングを行うことができ、デバイスの特性向上等に寄与し得るドライエッチング方法を提供することにある。

(発明の概要)

本発明の骨子は、エッチング用ガスに添加する

堆積用ガスとして、 C_2F_4 を用いることにある。

本発明者等は、エッチング用ガスとして Cl_2 、前記堆積用ガスとして種々のものを用い、RIEによるテーパーエッチングの実験を行った。その結果、堆積用ガスとして C_2F_4 を用いた場合、 SiO_2 マスクの周辺にはデポジションが起り難く、マスクに沿ってテーパーエッチングができることを見出した。さらに、パターンの粗密に関係なく、マスクに沿ったテーパーエッチングが達成されることも判明した。

なお、 C_2F_4 を用いた場合に、 CH_4 や CHF_3 を用いた場合の問題(パターンの粗密によりエッチング形状が異なる)がなくなる理由は未だ判明していないが、堆積用ガスとして C_2F_4 を用いた場合のみに上記問題が解消されるのが本発明者等の実験により確認されている。また、堆積用ガスとして C_2F_4 を用いた場合、エッチング用ガスとしては Cl_2 に限らず、 F_2 、 SF_6 、ハロゲン化硅系、ハロゲン化炭系、ハロゲン化硼、ハロゲン化酸素等であっても、上記と

同様の結果が得られた。

本発明はこのような点に鑑み、処理室内にハロゲン原子を含有するエッチング用ガスと窒素を堆積するための堆積用ガスとの混合ガスを導入すると共に、上記処理室内に対向配置された電極間に高周波電力を印加し、これらの電極間に放電を生成して該電極間に配置される被処理媒体を選択エッチングするドライエッチング方法において、前記堆積用ガスとして C_2F_4 を用いるようにした方法である。

〔発明の効果〕

本発明によれば、パターン組込に拘りなく、マスクに沿ったテーパーエッチングを行うことができる。このため、高周波回路の素子分離用溝形成等に極めて有効であり、デバイス特性の向上に寄与し得る等の利点がある。

〔発明の実施例〕

以下、本発明の詳細を図示の実施例によって説明する。

第1図は本発明の一実施例方法に使用したドラ

イエッチング装置を模式的に示す概略構成図である。図中11は真空処理室であり、この処理室11内には平行平板電極12、13が設置されている。下部電極13は接地され、上部電極12にはマッチング回路14を介して高周波電源15が接続されている。そして、被処理媒体16は上部電極12の下面に配置されるものとなっている。

また、処理室11内にはガス導入孔17から所定のガスが導入され、処理室11内のガスはガス排気口18から排気される。ここで、処理室11内に導入するガスとしては、エッチング用ガスとしての Cl_2 と堆積用ガスとしての C_2F_4 との混合ガスが用いられるものとなっている。

この装置を用いて、第2図に示す如くSi基板21上に SiO_2 マスク22を形成した試料をエッチングしたところ、堆積膜23を形成しながらのエッチングが行われ、Si基板21にテーパー状の溝が形成された。そしてこの場合、マスク面積がその周辺のSi面積より十分に小さくても、マスク周辺にエッチングされない領域が残ることも

なく、マスクに沿った良好なテーパー形状を得ることができた。

次に、本発明の一実施例方法をMOSトランジスタの製造に適用した例について説明する。

第3図(a)～(e)はMOSトランジスタ製造工程を示す断面図である。まず、第3図(a)に示す如く比抵抗 $5 \sim 50 [\Omega \cdot cm]$ のP型Si基板31を2枚用い、それぞれの基板31の表面に $950 [^\circ C]$ 湿式酸化により厚さ $8000 [Å]$ の SiO_2 膜32を形成する。続いて、全面にレジスト膜を塗布した後、周知のフォトリソグラフィ工程により、レジストパターン33を形成する。

次いで、 CHF_3/O_2 混合ガスを用いたRIEにより、レジストパターン33をマスクとして、 SiO_2 膜32を選択エッチングする。続いて、酸素プラズマ灰化処理により、第3図(b)に示す如くレジストパターン33を剥離したのち、最終乾燥中に基板11を浸漬してプラズマ灰化中に生成した酸化膜を除去する。

次いで、 SiO_2 膜32をマスクとして、Si

基板11のエッチング加工（素子分離用溝の形成）を行うが、ここで2枚のSi基板11のうち1枚は従来方法と同様に Cl_2/CH_4 混合ガスを用い、他は本発明に係る Cl_2/C_2F_4 混合ガスを用いる。エッチング条件は、 Cl_2 の流量 $20 [sccm]$ 、 CH_4 或いは C_2F_4 の流量 $4 [sccm]$ 、エッチング圧力 $20 [Pa]$ 、高周波電力 $800 [W]$ とした。この条件下では、 Cl_2/CH_4 混合ガスを用いた場合、前記第5図(b)に示したように SiO_2 マスク周辺にエッチングされない領域が生じた。これに対し、 Cl_2/C_2F_4 混合ガスを用いた場合、マスク周辺にエッチングされない領域が生じる等の不都合もなく、第3図(c)に示す如くマスク（ SiO_2 膜32）に沿ったテーパー形状を持つ素子分離用溝34が形成された。

上記のエッチング後、再び酸素プラズマ灰化処理してエッチング中に堆積したデポ膜を除去する。次いで、素子分離領域下部にN型化防止のため、ボロンBを加温電圧 $50 [KeV]$ 、ドーズ量

10⁻³ [mm] でイオン注入する。続いて、これらの試料を硫酸希液中に浸漬して、SiO₂膜32を除去した後、O₂雰囲気中950 [°C] で酸化を行う。その後、テトラエトキシシランをソースガスとして、CVD法によりSiO₂膜35を厚さ0.8 [μm] 堆積する。そして、SiO₂膜35上にレジストを塗布し、その表面を平坦化する。次いで、CF₄/O₂混合ガスプラズマを使用し、レジストとCVD-SiO₂膜35との各エッチング速度が略等しくなる条件下でエッチングを行い、第3図(d)に示す如くSi基板11の露部内のみSiO₂膜35を除去させる。

次いで、緩衝酸液に基板11を浸漬して露出した酸化膜を除去する。続いて、第3図(e)に示す如く、1000 [°C] のO₂雰囲気下でゲート酸化膜36を形成した後、多結晶Si膜を堆積しこれをパターニングしてゲート電極37を形成する。さらに、Asをセルフアラインでイオン注入し、ソース・ドレイン領域38a、38bを

形成し、950 [°C] での熱処理により活性化を行う。その後、CVD-SiO₂膜39の形成、コンタクトホール形成及びAl-Si合金からなる配線40、41、42を形成することによって、NチャネルMOSトランジスタが完成することになる。

このようにして作成したMOSトランジスタを、ドレイン電圧6 [V]、ゲート電圧3 [V]、ソースと基板接地の条件下でストレスを印加し、しきい値電圧の変化量を測定した。第4図にチャネル長0.8 [μm] のトランジスタを用いてストレス時間10⁴ [sec] まで測定した結果を示す。C₂H₂/C₂F₄混合ガスを用いたサンプルと比較し、C₂H₂/CH₄混合ガスを用いたサンプルでは、しきい値電圧の変化量が大きいことが判る。この原因は、フィールドイオン注入時にパターン周辺のエッチングされない領域にもボロンがイオン注入され、この部分に電界集中を留くためであると考えられる。

かくして本実施例方法によれば、エッチング用

ガスとしてのC₂H₂に添加する堆積用ガスとしてC₂F₄を用いることにより、パターンの粗密に拘りなく、マスクの周辺にエッチングされない領域を残すことなく、マスクに沿った良好なテーパエッチングを行うことができる。このため、素子形成領域の端部にフィールドイオン注入による反転層が生じる等の不都合を未然に防止することができ、デバイス特性の向上をはかり得る。また、エッチング装置としては従来装置をそのまま用いることができ、堆積用ガスとしてC₂F₄を用いるのみで簡易に実施し得る等の利点がある。

なお、本発明は上述した実施例方法に限定されるものではない。例えば、前記エッチング用ガスはC₂H₂に限るものではなく、ハロゲン原子を含有するものであればよく、F₂、SF₆、ハロゲン化炭素、ハロゲン化炭素、ハロゲン化銅或いはハロゲン化銅系等を用いることができる。さらに、これらの混合ガスを用いることも可能である。また、堆積用ガスとしてのC₂F₄の添加量は、所望するテーパ角等の条件に応じて適宜定めればよ

い。但し、テーパエッチングを達成するためには、1 [%] 以上程度の添加量は必要である。さらに、エッチング時のガス流量、ガス圧力、及び高周波電力等の条件も、仕様に応じて適宜変更可能である。その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施することができる。

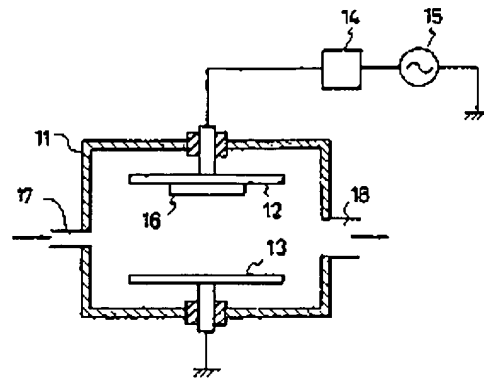
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例方法に使用したドライエッチング装置を示す概略構成図、第2図は上記装置を用いたエッチング作用を説明するための断面図、第3図(a)~(e)は本発明の一実施例方法に係わるMOSトランジスタ製造工程を示す断面図、第4図はストレス時間に対するしきい値電圧の変化を示す特性図、第5図(a)(b)は従来方法の問題点を説明するための断面図である。

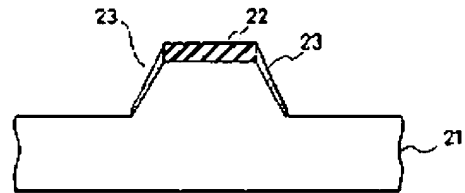
11…真空処理室、12、13…平行平板電極、15…高周波電源、16、21、31…Si基板(被処理基体)、17…ガス導入孔、18…ガス排気口、22、32…SiO₂膜(エッチングマ

スク)、23…堆積膜、34…素子分離用溝、
35、39…CVD-SiO₂膜、36…ゲート
酸化膜、37…ゲート電極、40、41、42…
配線。

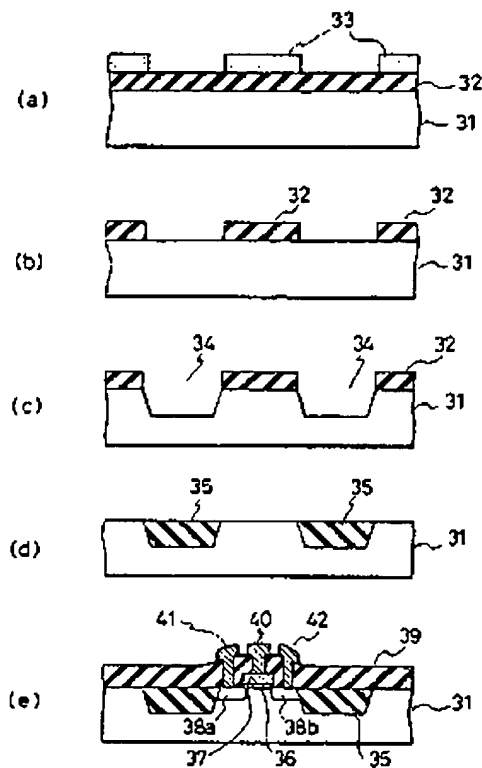
出願人代理人 弁理士 鈴江武彦



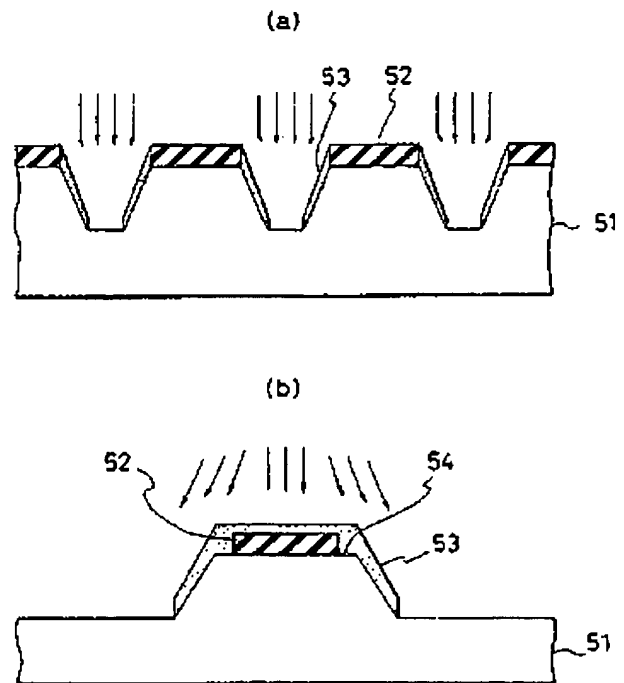
第 1 図



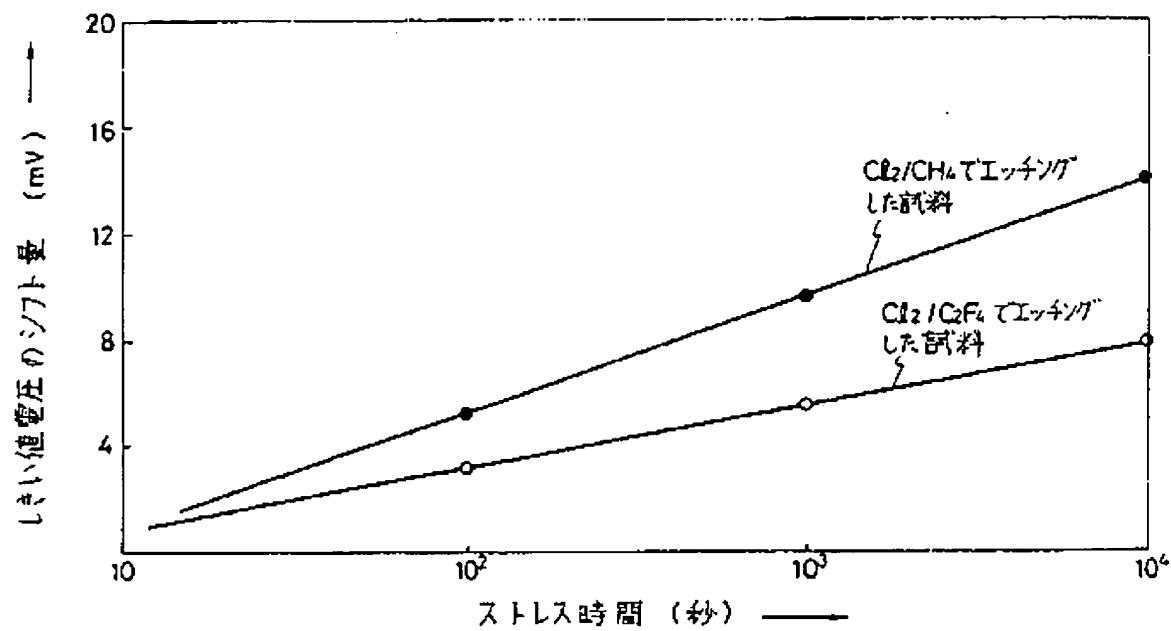
第 2 図



第 3 図



第 5 図



第 4 図